



## 安楽大輝

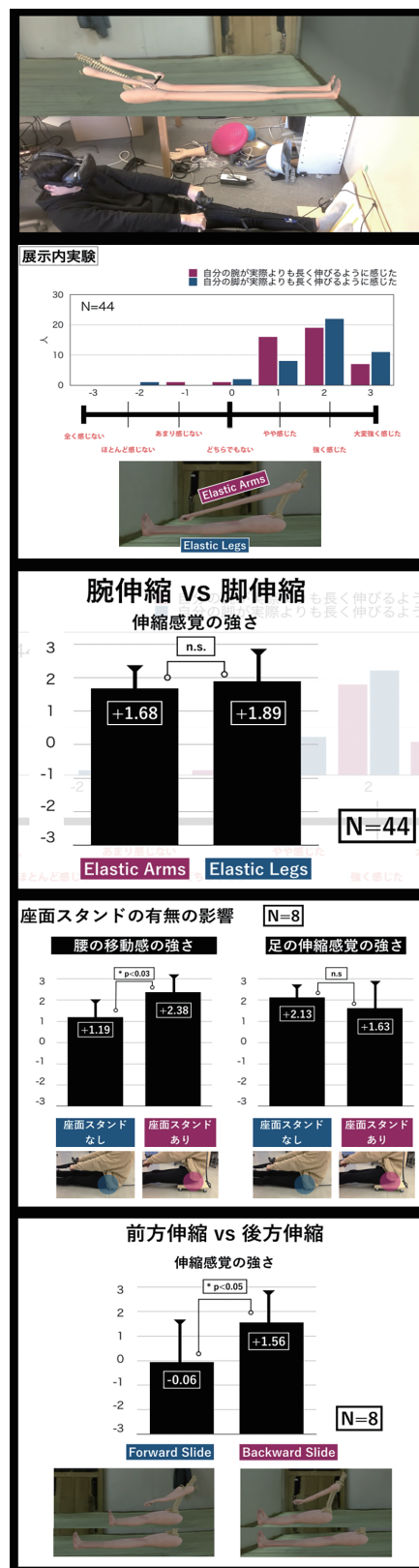
### 腕と脚の伸縮感覚の誘発に関する研究

VRインタラクション 展示空間1m×2m×1.5m

近年、VRに対応したHMDの開発が盛んに行われ、3Dゲームの開発環境が充実してきた事により、VR空間における研究開発が容易になってきている。またその技術は年々向上しており、体験者はVR空間内における身体的なリアリティーが保たれ、VR空間の身体に対して身体所有感を有することが可能になった。身体所有感とは身体の所有に関わる主観的なカテゴリーの感覚である。この身体所有感は複数感覚間の同期によって比較的簡単に変調が可能である事が過去の様々な実験で明らかとなっている。また身体所有感の変調は様々な副作用を生み出す事がある。例えば、ゴム製の手に身体所有感を投射する事で自身の手がゴムのような質感になった感覚になることや、自身と異なるサイズ感の擬似身体に身体所有感を投射する事で、自分自身の身体のサイズ感も変形するといった事がある。小鷹研究室では身体のサイズ感の連続的变化に注目し、HMD環境において腕が伸縮する感覚を誘発する装置の開発に取り組み、過去数年に渡っていくつかの装置を発表してきた。これらのシステムは基本的に多感覚同期によって身体所有感を投射し、それを変調させるというアプローチが取られてきた。具体的には運動学的な状況における自重の変化量を計測する事で、間接的に腕にかかる筋肉負荷を推定し、推定される筋肉負荷とHMDで呈示するアバターの腕の伸縮率を同期させる事で多感覚同期を成立させており、それによって実際に腕が伸びるように感じるという強力な錯覚を生み出すことに成功している。

この錯覚原理自体は腕だけでなく脚でも適用可能である事が考えられる。しかし、対象となる身体部位を引っ張る事が必須条件となる中で、脚は腕のように何かを掴み、それを介して引っ張ってもらうという事ができないという制約が、脚への導入の妨げになっていた。そこで本研究では、腕と脚の協調作用により、脚全体に筋肉負荷をかけつつ自重の変化を取得できる手法を新たに提案し、それをベースにした装置の開発に取り組んだ。

設計したシステムは研究室展示「からだは戦場だよ2018Δ」において一般に後悔し、デモンストレーションを行った。デモでは脚だけが伸びるモードをまず体験してもらい、その後に腕と脚の両方が伸びるモードを体験してもらい、腕と脚での伸縮感覚の強度について-3から3の7段階で評価してもらった。有効回答人数は44人であり、ヒストグラムに示すように大多数の体験者が腕と脚に問わず伸縮感覚を感じている事がわかり、本システムが脚の伸縮感覚を誘発することに成功している事が明らかとなった。また腕と脚の伸縮感覚について対応のあるt検定を行ったところ本システムでは統計的に有意な差がない事が明らかとなった。またデモ中の体験者のコメントから体験者の多くが腰の移動感を感じている事がわかった。そこから新たに腰の移動感と脚の伸縮感覚の関係について疑問が生じ、新たにいくつかの実験を行った。まず、腰の下にある移動する座面が腰の移動感に影響を及ぼしたのかを検討するため、座面がある状態とない状態で体験してもらったところ、統計的に座面がある方が腰の移動感を強くなる事が示された。しかし、腰の移動感の変化と脚の伸縮感覚は対応していなかった。また足先が前に伸びる事で脚が伸びるモードと、腰が後方に移動する事で脚が伸びるモードを体験してもらい二つにおける脚の伸縮感覚について評価してもらったところ、腰が移動する事で脚が伸びるモードの方がより強い伸縮感覚を湯初できる事が明らかとなった。

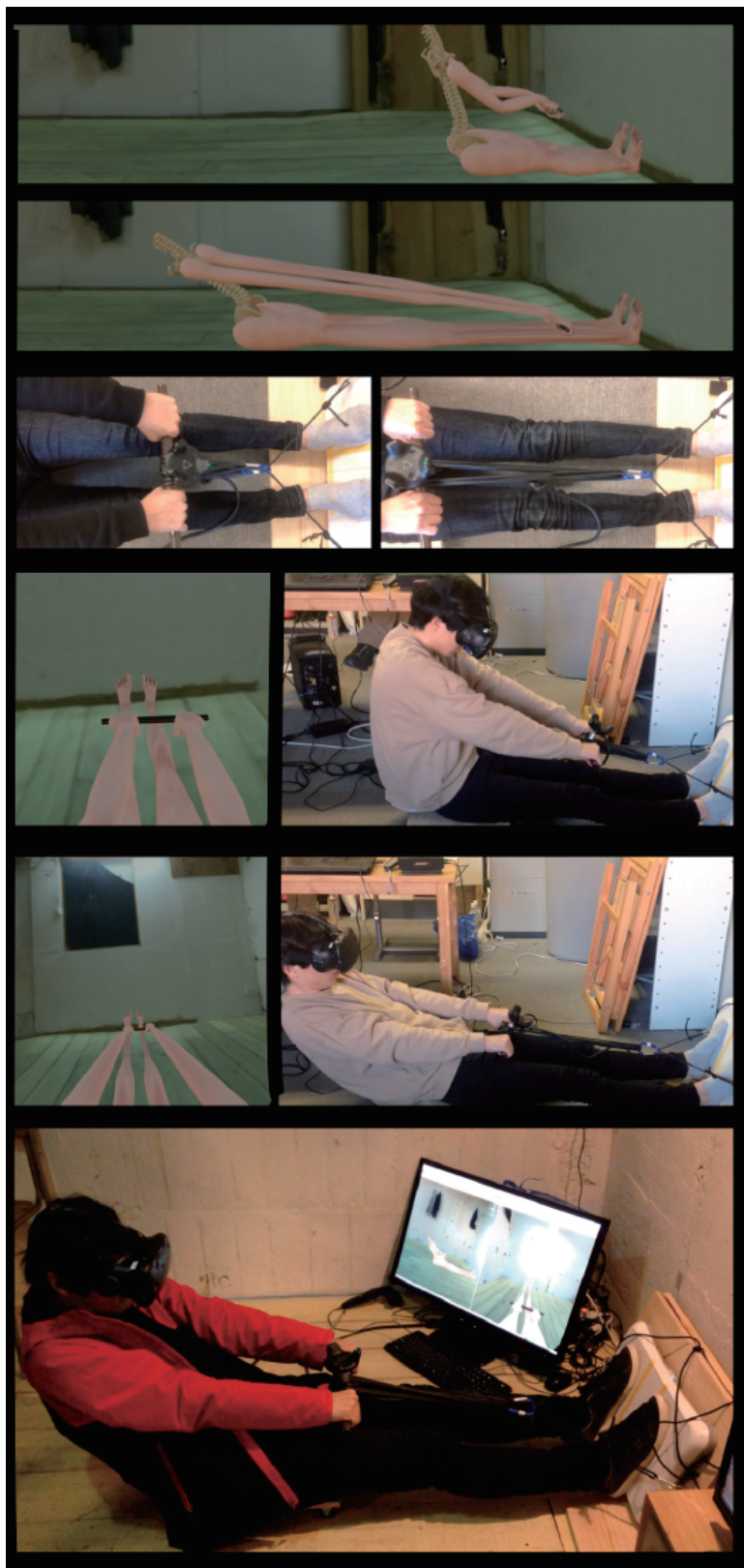




## 安楽大輝

### 腕と脚の伸縮感覚の誘発に関する制作

VRインタラクション 展示空間1m×2m×1.5m



#### ・制作目的

本制作では脚と腕の伸縮感覚を作り出し、その錯覚が起こる条件、また生じた錯覚の強度や感じ方の違いなどを収集し、より効率的に身体イメージを変えるための材料を揃えることを目的とする。

#### ・制作内容

本制作は自重の変化率から身体にかかる負荷を間接的に推定し、推定された負荷と視覚イメージを同期させる事で錯覚を生じさせるアプローチをとっている。

身体にかかる負荷を推定する自重の変化率はWiiBoardを用いて計測する。体験者は長座体前屈の姿勢をとる。足裏をスタンドに設置されたWiiBoardに接地し、スタンドに繋がれたゴムをハンドルを介して、肘と膝を完全に伸ばした状態のまま上体を後方にそらす事で引っ張る。この時WiiBoardはハンドルを介して引っ張る力とそれに釣り合う、脚を前方に押し出そうとする力を自重の変化率として計測する。

また推定される負荷と同期した視覚イメージを体験者に与えるためHMD(HTC Vive)を用いる。仮想空間内では実際の体験者と同様に長座体前屈の姿勢をとったアバターが存在し体験者の視点位置はアバターの頭部の位置となる。体験者がゴムを引っ張る事により自重の変化率と同期する形でアバターの上半身が、後方へと移動する。この時、アバターの足の位置は動かず初期位置に固定されている。これにより脚全体が腰に引っ張られるような形で伸びるという視覚イメージを体験者に与える。実際の体験者の腰の位置は全く変化しない。

また本制作では腕と脚の伸縮感覚を誘発する事で生じる感覚の違いを観察するために、「脚だけが伸びるモード」「脚と腕の両方が伸びるモード」「腕だけが伸びるモード」をそれぞれ構築した。